

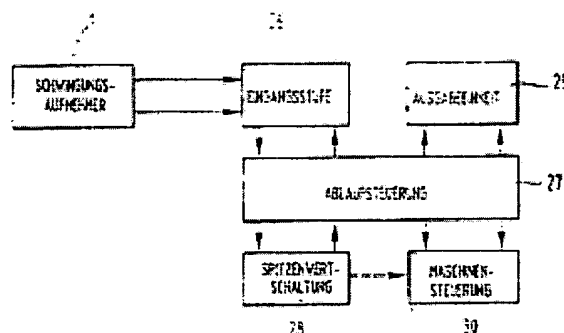
Frequency-selective vibration sensor

Patent number: DE3703946
Publication date: 1988-08-18
Inventor: CSEPREGI LASZLO DIPL ING (DE); KUEHL KARL DIPL ING (DE); SEIDEL HELMUT DIPL PHYS (DE)
Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)
Classification:
 - international: **G01H1/14; G01H11/06; G01H1/00; G01H11/00;** (IPC1-7): B23Q11/04; B30B15/28; G01P15/09; G01H1/00; G01H3/08; G10L5/06
 - european: G01H1/14; G01H11/06
Application number: DE19873703946 19870209
Priority number(s): DE19873703946 19870209

Report a data error here

Abstract of DE3703946

The invention relates to a frequency-selective vibration sensor with a vibration sensing device (1) which is constructed on a silicon substrate (2) and has silicon tongues (9) as vibration-sensitive structures with staggered natural frequencies. The silicon tongues (9) are worked out of the silicon substrate with the aid of a suitable etching technique, for example anisotropic etching, anisotropic and electrochemical etching, isotropic etching for a short time or even a combination of these etching techniques. The output signals are picked up by means of piezoresistors (6) and preamplified in a preferably integrated preamplifier circuit (11a). In order to be able to use such vibration sensors flexibly and to achieve cost-effective manufacture, it is proposed according to the invention also to provide on the silicon substrate (2) a measurement transformer (11b), preferably to integrate it in turn. This measurement transformer can have a timing element (23), a threshold value switch (25) and/or a timing integral element (21) and, in addition, if appropriate an output relay (22, 24). The vibration sensing device (1) is connected via an interface (14, 16) to an evaluation circuit (15) which has a multiplex measuring circuit (26, 27, 28). The voltages which are brought about by the tongues (9) can be individually interrogated with this multiplex measuring circuit, sorted according to maximum and peak values and displayed. The vibration sensor serves preferably... Original abstract incomplete.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①1 **DE 37 03 946 A 1**

②1 Aktenzeichen: P 37 03 946.6
②2 Anmeldetag: 9. 2. 87
④3 Offenlegungstag: 18. 8. 88

⑤1 Int. Cl. 4:
G 01 H 1/00

G 01 H 3/08
G 10 L 5/06
// G 01 P 15/09,
B 30 B 15/28,
B 23 Q 11/04

DE 37 03 946 A 1

⑦1 Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

⑦4 Vertreter:

Haft, U., Dipl.-Phys., 8000 München; Berngruber, O.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8232 Bayerisch Gmain;
Czybulka, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8000
München

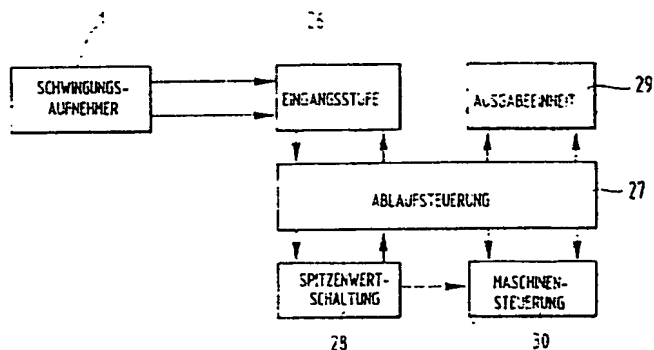
⑦2 Erfinder:

Csepregi, Laszlo, Dipl.-Ing., 8000 München, DE; Kühl,
Karl, Dipl.-Ing. (FH), 8910 Landsberg, DE; Seidel,
Helmut, Dipl.-Phys., 8130 Starnberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Frequenzselektiver Schwingungssensor

Die Erfindung bezieht sich auf einen frequenzselektiven Schwingungssensor mit einem Schwingungsaufnehmer (1), der auf einem Siliziumsubstrat (2) aufgebaut ist und Siliziumzungen (9) als schwingungsempfindliche Strukturen mit gestaffelten Eigenfrequenzen aufweist. Die Siliziumzungen (9) werden aus dem Siliziumsubstrat mit Hilfe einer geeigneten Ätztechnik, d. h. anisotropes Ätzen, anisotropes und elektrochemisches Ätzen, isotropes Ätzen auf Zeit oder auch eine Kombination dieser Ätztechniken, herausgearbeitet. Die Ausgangssignale werden über Piezowiderstände (6) abgenommen und in einer vorzugsweise integrierten Vorverstärkerschaltung (11a) vorverstärkt. Um derartige Schwingungssensoren flexibel einsetzen zu können und eine kostengünstige Herstellung zu erreichen, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, auf dem Siliziumsubstrat (2) noch einen Meßumformer (11b) vorzusehen, vorzugsweise wiederum zu integrieren. Dieser Meßumformer kann ein Zeitglied (23), einen Schwellwertschalter (25) und/oder ein Zeit-Integralglied (21) sowie ferner gegebenenfalls ein Ausgangsrelais (22, 24) aufweisen. Der Schwingungsaufnehmer (1) ist über eine Schnittstelle (14, 19) mit einer Auswerteschaltung (15) verbunden, die eine Multiplex-Meßschaltung (26, 27, 28) aufweist. Mit dieser Multiplex-Meßschaltung können die von den Zungen (9) hervorgerufenen Spannungen einzeln abgefragt, nach Maximal- und Spitzenwerten sortiert und angezeigt werden. Der Schwingungssensor dient bevorzugt...



DE 37 03 946 A 1

1 Patentansprüche

1. Frequenzselektiver Schwingungssensor mit einem Schwingungsaufnehmer, der auf einem Siliziumsubstrat aufgebaut ist und Siliziumzungen als schwingungsempfindliche Strukturen mit gestaffelten Eigenfrequenzen aufweist, die aus dem Siliziumsubstrat durch Ätzen herausgearbeitet wurden, wobei an den Zungenanfängen in das Siliziumsubstrat eingebaute mono- oder polykristalline Piezowiderstände als Signalabnehmer vorgesehen sind, ferner mit einer auf dem Siliziumsubstrat aufgebauten, vorzugsweise integrierten Signalvorverstärkerschaltung, die mit den Piezowiderständen elektrisch verbunden ist, und mit einer Auswerteschaltung, die sich an die Signalvorverstärkerschaltung anschließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß für jede Signalvorverstärkerschaltung (11a) ein nachfolgender Meßumformer (11b) auf dem Siliziumsubstrat (2) vorgesehen ist, der mit einer Schnittstelle (14, 19) verbunden ist, an die die Auswerteschaltung (15) anzuschließen ist, daß die Auswerteschaltung (15) eine Multiplex-Meßschaltung (26, 27, 28) und eine Ausgabereinheit (29) aufweist, und daß die Multiplex-Meßschaltung (26, 27, 28) mit einer Ablaufsteuerung (27) zur sequentiellen Multiplexabfrage der von den Siliziumzungen (9) hervorgegerufenen und an der Schnittstelle (14, 19) anliegenden Ausgangssignale (Zungensignale) sowie zur Abfrage von deren Spitzenwerten versehen ist.
2. Schwingungssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßumformer (11b) ein Zeitglied (21, 23, 25) aufweist.
3. Schwingungssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitglied ein Schwellwertschalter (25) und/oder ein Zeit-Integralglied ist.
4. Schwingungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßumformer (11b) ein Ausgangsrelais (22, 24) aufweist.
5. Schwingungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Multiplex-Meßschaltung (26, 27, 28) eine Eingangsstufe (26) zur Multiplexabfrage der Einzelspannungen (U_i), ferner eine Spitzenwertschaltung zur Multiplexabfrage der Maximalwerte (U_{i-max}) der Einzelspannungen und im Anschluß an die Spitzenwertschaltung (28) einen Spitzenwertdetektor (44) und eine mit dessen Ausgang verbundene Abtast- und Halteschaltung (45) zu Angabe des jeweiligen Spitzenwertes (U_{max}) der Einzelspannungen während eines Multiplexdurchlaufes aufweist.
6. Schwingungssensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Eingangsstufe (26) als auch die Spitzenwertschaltung (28) jeweils zwei hintereinander geschaltete Multiplexer (32, 34; 41, 42) aufweisen, und daß die Ablaufsteuerung über eine Halteschaltung (36) jeweils mit den zweiten Multiplexern (34; 42) verbunden sind.
7. Schwingungssensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils zweiten Multiplexer (34, 42) eine geringere Anzahl von Eingängen als die zugehörigen ersten Multiplexer (32, 41) aufweist.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen frequenzselekti-

ven Schwingungssensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein solcher frequenzselektiver Schwingungssensor ist in dem Forschungsbericht des Bundesministeriums für Forschung und Technologie T 84-209 beschrieben. Der frequenzselektive Schwingungssensor ist durch aus der Halbleiterherstellung bekannte Techniken auf einem Siliziumsubstrat aufgebaut und weist eine Serie von Siliziumzungen als schwingungsempfindliche Strukturen mit gestaffelten Eigenfrequenzen auf, die aus dem Siliziumsubstrat durch Ätzen herausgearbeitet wurden. An den Zungenanfängen sind in das Siliziumsubstrat eingebaute oder aufgebrachte mono- oder polykristalline Piezowiderstände als Signalabnehmer vorgesehen. Auf dem Siliziumsubstrat kann auch eine Signalvorverstärkerschaltung integriert sein, die mit den Piezowiderständen elektrisch verbunden ist. Die Signalvorverstärkerschaltung kann dann mit einer externen Auswerteschaltung verbunden werden.

Die gewünschten Sensoreigenschaften, etwa Eigenfrequenz, Frequenzabstand oder Dämpfung kann durch Wahl der Geometrie des Siliziumbausteines und Einsatz von Zusatzmassen, wie Silizium oder Gold auf den Zungen, beeinflußt werden. Die Piezowiderstände werden durch geeignete Implantations und/oder Diffusionsschritte bzw. durch Abscheidetechniken hergestellt. Die Signalvorverstärkerschaltung kann ebenfalls auf dem Siliziumsubstrat integriert sein oder mit Hilfe einer Hybridschaltung verwirklicht werden.

Derartige frequenzselektive Schwingungssensoren können z. B. als Beschleunigungssensoren oder Frequenzanalysatoren eingesetzt werden. Die hiermit verbundene Auswertung der Signale des Schwingungssensors erfordert jedoch in der Regel eine komplizierte Elektronik.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, aufbauend auf einem frequenzselektiven Schwingungssensor der in Rede stehenden Art diesen zu einer kompakten Einrichtung weiterzuentwickeln, die für die obigen Anwendungen flexibler und kostengünstiger eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Demgemäß handelt es sich hierbei um einen frequenzselektiven Schwingungsaufnehmer mit einer Anpassungsschaltung, die ohne Komplikationen mit einer Auswerteschaltung verbunden werden kann, die im Multiplexbetrieb arbeitet. Neben der Signalvorverstärkerschaltung ist auf dem Siliziumsubstrat ein Meßumformer, z. B. ein Zeitglied, ein Schwellwertglied oder ein Zeit-Integralglied vorgesehen, und zwar entweder in integrierter Bauweise oder in Hybridtechnik. Die Multiplex-Meßschaltung der Auswerteschaltung ist mit einer Ablaufsteuerung zur sequentiellen Multiplexabfrage der von den Siliziumzungen hervorgegerufenen und an der Schnittstelle zur Auswerteschaltung anliegenden Ausgangssignale, der sogenannten Zungensignale, sowie zur Abfrage von deren Spitzenwerten versehen. Anstelle einer Schnittstelle zur Auswerteschaltung kann auch ein Ausgangsrelais vorhanden sein, z. B. zur Alarmansteuerung oder einer Notabschaltung einer überwachten Maschine. Die Verkabelung zur Auswerteschaltung kann je nach Anwendungsgebiet eine dauerhafte Verbindung sein, so z. B. zur Alarmauslösung oder zur Auslösung eines Notschalters oder eine nur zeitweise anzulegende Verbindung die zu Service-Zwecken dient, um die zu überwachende Einheit zumindest zeitweise zu überwachen und Fehler

rechtzeitig zu erkennen. Mit der Auswerteschaltung können auch periphere Einrichtungen, z. B. ein Oszilloskop oder ein Schreiber verbunden sein.

Neben der Analogwertausgabe ermöglicht die Auswerteschaltung die Darstellung eines "Zungenspektrums" mit dem die Spitzenwerte aller Zungensignale dargestellt werden. Dieses Zungenspektrum kann z. B. an einem Oszilloskop betrachtet werden. Zur Erfassung der momentanen Frequenz, d. h. des Zungensignals einer in Resonanz befindlichen Siliziumzunge und der dazugehörigen Spannung wird das Maximum aller Scheitelwerte eines Multiplexerdurchlaufs festgehalten und durch die Ablaufsteuerung die Nummer, d. h. die Multiplexadresse der in Resonanz befindlichen Siliziumzunge festgehalten und zur Anzeige gebracht. Somit ist eine rasche Kontrolle der an der überwachten Einrichtung anliegenden Frequenzen möglich. Eine manuelle Ansteuerung bei gleichzeitiger Anzeige der gewählten Adresse einer Siliziumzunge ermöglicht die rasche Kontrolle kritischer Teilfrequenzen.

Mit der Erfindung wird ein kostengünstig herzustellender frequenzselektiver Schwingungssensor zur Verfügung gestellt, dessen Zungensignale auf einfache Weise ausgewertet werden, so daß ein rascher Überblick über das jeweilige Zungenspektrum erhalten wird. Der frequenzselektive Schwingungssensor kann vielfältig und flexibel eingesetzt werden, so z. B. als Beschleunigungssensor, als Frequenzanalysator, für Überwachungsaufgaben oder im Rahmen einer Spracherkennungseinheit. Zu Überwachungsaufgaben kann der Sensor z. B. als Körperschallsensor in Maschinen, wie Werkzeugmaschinen, eingesetzt werden, der die in der Maschine auftretenden mechanischen Schwingungen in elektrische Signale umwandelt und auswertet. Hierbei kann die bekannte Tatsache ausgenutzt werden, daß bestimmte Frequenzen auf typische Fehler hinweisen. So können z. B. Lagerschäden frühzeitig erkannt werden und notwendige Reparaturen zu einem sehr frühen Zeitpunkt vorgenommen werden. Ebenso können z. B. bei Werkzeugmaschinen die bei einem Werkzeugbruch auftretenden Folgeschäden gering gehalten werden, wenn der Sensor mit einer Notabschaltung verbunden ist. Diese Notabschaltung wird mit Hilfe eines Schwellwertschalters detektiert, der auf dem Siliziumsubstrat vorgesehen ist. In weiterer Anwendung kann der Sensor als einfacher Frequenzwächter eingesetzt werden.

Im Rahmen einer Spracherkennungseinheit kann z. B. ein Frequenzspektrum entsprechend üblicher Kommunikationsmittel zwischen 30 und 3000 Hz analysiert werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor. Die Erfindung ist in Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung stellen dar:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht eines Schwingungsaufnehmers mit mehreren schwingungsempfindlichen Zungen für einen frequenzselektiven Schwingungssensor gemäß der Erfindung;

Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch den Schwingungsaufnehmer in Fig. 1 längs einer Zunge;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines frequenzselektiven Schwingungssensors gemäß der Erfindung zur Frequenzüberwachung eines Meßobjekts;

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Überwachung eines Meßobjektes mit Hilfe von zwei frequenzselektiven Schwingungssensoren;

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Auswerteschaltung für einen frequenzselektiven Schwingungssensor

und

Fig. 6 ein detailliertes Blockschaltbild der in Fig. 5 gezeigten Auswerteschaltung.

In Fig. 1 ist ein Schwingungsaufnehmer 1 dargestellt, der ausgehend von einem Siliziumsubstrat 2 mit Hilfe bekannter Halbleitertechnologien sowie Ätztechniken hergestellt ist. Es kann isotropes Ätzen, anisotropes und elektrochemisches Ätzen, isotropes Ätzen auf Zeit oder eine Kombination dieser Ätztechniken angewendet werden. Auf die Unterseite des Siliziumsubstrats 2, das in 100-Orientierung vorliegt, wird eine isolierende Siliziumdioxidschicht 3, auf die Oberseite selektiv oder ganzflächig eine p^+ -dotierte Epitaxialschicht 4 und/oder eine Epitaxieschichtenfolge 4' mit wechselnder Dotierung — z. B. p^+-p-n , aufgebracht. An die Epitaxialschicht schließt sich eine Isolationsschicht 5, eine Schicht 6 aus polykristallinem Silizium und schließlich eine Passivierungsschicht 7 wiederum aus Siliziumdioxid an. Die polykristalline Siliziumschicht 6 wird zu einem Piezowiderstand geformt und gegebenenfalls mit einem Kontakt 8 versehen. Anschließend werden durch Ätzen Siliziumzungen 9 gebildet, wobei eine Ätzgrube 10 in dem Siliziumsubstrat unterhalb der Siliziumzungen 9 entsteht. In das Siliziumsubstrat 2 und/oder die Epitaxialschicht 4' werden noch eine Signalvorverstärkungsschaltung und eine Meßumformerschaltung integriert, die gemeinsam mit dem Bezugszeichen 11 versehen sind. Die derart in den Schwingungsaufnehmer in diesem Falle integrierte Schaltung ist mit Anschlußkontakten 12 versehen. Das Siliziumsubstrat 2 wird in herkömmlicher Weise in ein Gehäuse 13 eingesetzt, die Kontakte 8 und die Anschlußkontakte 12 werden zu einem Vielfachstecker 14 (Fig. 3 bis 6) zum Anschluß an eine periphere Auswerteschaltung 15 geführt.

Zur Abstimmung der Resonanzfrequenzen der einzelnen Siliziumzungen 9 können diese an ihren Zungenenden mit Massen 16 versehen werden. Je nach Konfiguration der Siliziumzungen und Dimensionierung der Massen 16 kann die Resonanzfrequenz jeder einzelnen Zunge auf einen Wert eingestellt und für den Schwingungsaufnehmer ein Frequenzband festgelegt werden. Bei einer Ausführungsform des Schwingungsaufnehmers gemäß Fig. 1 kann z. B. ein Frequenzband zwischen etwa 850 bis 1300 Hz festgelegt werden, wobei der Frequenzabstand zwischen den Resonanzfrequenzen der einzelnen Zungen 9 zwischen 50 und 70 Hz liegt.

Aus Fig. 3 geht nochmals der schematische Aufbau des Meßwertaufnehmers 1 hervor. Dieser weist demnach ein Sensorelement 17 entsprechend den obigen Elementen 4 bis 9 sowie 16 und anschließend die integrierte Schaltung 11 aus einer Vorverstärkerschaltung 11a und einem Meßumformer 11b auf. Der Ausgang des Meßumformers ist mit dem Vielfachstecker 14 verbunden.

Der Schwingungsaufnehmer 1 wird auf ein Meßobjekt 18 montiert, z. B. ein zu überwachendes Lager einer Werkzeugmaschine, und zwar so, daß die bei dem Betrieb des Meßobjektes auftretenden Schwingungen auf das Sensorelement 17 übertragen werden. Je nach den auftretenden Schwingungen werden eine oder mehrere der Siliziumzungen 9 mit unterschiedlichen Amplituden schwingen. Die dabei entstehenden nichtelektrischen Signale werden über die piezoresistiven Widerstände 6 in elektrische Signale umgewandelt, in der Vorverstärkerschaltung 11a verstärkt und in dem Meßumformer 11b entsprechend aufbereitet. Über eine gegebenenfalls zusätzliche Schnittstelle 19, die mit dem Vielfachstecker 14 verbunden ist, werden diese Signale über eine Übertra-

gungsstrecke 20 an die Auswerteschaltung 15 weitergeleitet.

In Fig. 4 wird ein Meßobjekt 18, z. B. wiederum eine Werkzeugmaschine, mit Hilfe von zwei Schwingungsaufnehmern 1' und 1'' überwacht. Beide Schwingungsaufnehmer weisen jeweils ein Sensorelement 17' bzw. 17'' sowie eine Vorverstärkerschaltung 11a' bzw. 11a'' auf. Die Meßumformer sind bei den beiden Schwingungsaufnehmern unterschiedlich aufgebaut. Der Schwingungsaufnehmer 1' weist im Anschluß an die Vorverstärkerschaltung 11a' ein Zeit-Integralglied 21 sowie ein von diesem angesteuertes Ausgangsrelais 22 auf, dessen Ausgang mit dem Vielfachstecker 14 verbunden ist. Mit diesem Sensorelement werden Schwingungen bestimmter Frequenzen überwacht, die am Meßobjekt 18 auftreten. Am Ausgangsrelais 22 liegen Signale an, die dem Integral der Frequenzamplituden der einzelnen Siliziumzungen 9 entsprechen.

Der Meßumformer des Schwingungsaufnehmers 1'' weist im Anschluß an die Vorverstärkerschaltung 11a'' ein Zeitglied 23 und diesem nachgeschaltet wiederum ein Ausgangsrelais 24 auf. Die Kontakte 8 des Sensorelementes 17'' sind mit einem Schwellwertschalter 25 verbunden, der ein Signal an einen Steuereingang des Ausgangsrelais 24 abgibt, sobald das an den Kontakten abgenommene elektrische Signal entsprechend den Amplituden der jeweiligen Siliziumzunge einen bestimmten Wert überschreitet. Am Ausgang des Ausgangsrelais 24 erscheint nur dann ein Signal, wenn das im Zeitglied 23 behandelte vorverstärkte Ausgangssignal des Sensorelementes 17'' den durch den Schwellwertschalter 25 vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Dieser zweite Schwingungsaufnehmer kann z. B. zur Überwachung kritischer Frequenzen dienen, die z. B. bei einem Lagerbruch oder einem Werkzeugbruch einer Werkzeugmaschine als Meßobjekt auftreten können. Das Ausgangssignal des Ausgangsrelais 24 kann dann zur Alarmansteuerung oder zur Notabschaltung der Maschine dienen.

In Fig. 5 ist die Verbindung des Schwingungsaufnehmers 1 mit der Auswerteschaltung 15 dargestellt. Die entsprechend Fig. 3 oder Fig. 4 behandelten Ausgangssignale des Schwingungsaufnehmers werden einer Eingangsstufe 26 zugeführt und im Multiplex mit Hilfe einer Ablaufsteuerung 27 abgefragt. Außerdem sind eine Spitzenwertschaltung 28 und eine Ausgabeeinheit 29 verbunden. Die Ausgangssignale der Spitzenwertschaltung 28 können direkt einer Maschinensteuerung 30 zugeführt werden, um den Betrieb des Meßobjekts, z. B. der erwähnten Werkzeugmaschine zu beeinflussen.

In Fig. 6 ist eine Auswerteschaltung 15 für die Multiplexabfrage von 16 Signalen dargestellt, kann demnach etwa in Verbindung mit einer Anordnung gemäß Fig. 4 verwendet werden. Die Anzahl kann selbstverständlich auch anders gewählt werden. Die Signale des Schwingungsaufnehmers oder der Schwingungsaufnehmer 1 werden einem Eingangsverstärker 31 zugeführt, dessen Ausgang zum einen mit einem 16-stelligen Multiplexer 32 und zum anderen mit einer Scheitelwertschaltung verbunden ist, in der der Scheitelwert \hat{U} der jeweiligen Signale bestimmt wird. Der Ausgang des ersten Multiplexers 32 ist mit einem dreistelligen zweiten Multiplexer 34 verbunden, dessen Ausgangssignale in einem Verstärker 35 verstärkt und von diesem als Spannungssignale U_i entsprechend der jeweils gemessenen Einzelspannung abgegeben werden. Der erste Multiplexer 32 wird von der Ablaufsteuerung 27, der zweite Multiplexer 34 über einen Halteschalter 36 angesteuert. Mit der

Ablaufsteuerung 27 in Verbindung mit dem zweiten dreistelligen Multiplexer 34 kann die Multiplexabfrage mit 16 Kanälen auf 32 bzw. 38 Kanäle umgeschaltet bzw. erweitert werden. Synchron mit dieser Abfrage wird über einen zweiten Halteschalter 37, einen Binär/BCD-Wandler 38 und eine Dekoder/Treiberschaltung 39 der jeweilige Kanal auf einer Anzeige 40 dargestellt.

Die Ausgangssignale der Scheitelwertschaltung 33 werden einem dritten ebenfalls 16-stelligen Multiplexer 41 zugeführt, der ebenso wie der Multiplexer 32 von der Ablaufsteuerung angesteuert wird. Mit dem Ausgang dieses dritten Multiplexers 41 ist wiederum ein dreistelliger vierter Multiplexer 42 verbunden, so daß ähnlich wie bei der Eingangsstufe 26 auch bei der Spitzenwertabfrage von 16 auf 32 bzw. 48 Kanäle umgeschaltet werden kann. Am Ausgang des Multiplexers 42 erscheint dann der jeweilige Maximalwert der Einzelspannungen U_i , der nach Verstärkung in einem Verstärker 43 als Spannungswert U_{i-max} abgegeben wird. Ebenfalls mit dem Ausgang des Multiplexers 42 ist ein Spitzenwertdetektor 44 verbunden, der den Ablauf der einzelnen Maximalsignale überwacht und daraus einen Spitzenwert bestimmt. Dieser Spitzenwert wird einer Abtast- und Halteschaltung 45 zugeführt. Der Ausgang der Abtast- und Halteschaltung 45 ist mit einem Verstärker 46 verbunden, der dann den Spitzenwert U_{max} abgibt. Die Maximal- bzw. Spitzenwerte können, wie oben erwähnt, direkt zur Maschinensteuerung verwendet werden.

Die Ablaufsteuerung 27 ist noch mit einer Eingabe 47 verbunden, mit der die Funktion der Ablaufsteuerung 27 beeinflußt werden kann. Diese Eingabe 47 weist einen Trigger 48, eine Funktionsauswahl 49 unter anderem für die Kanalauswahl und eine Einzeltaktschaltung 50 auf, mit der die Multiplexabfrage manuell gesteuert erfolgt. Außerdem dient diese Einzeltaktschaltung noch zum Starten und zum Rücksetzen der Ablaufsteuerung.

Mit dieser Multiplexabfrage können neben den durch die Schwingungen der Einzelzungen bestimmten Einzelspannungen die Maxima aller Scheitelwerte eines Multiplexerdurchlaufs festgehalten und durch die Ablaufsteuerung die Nummer, d. h. die Multiplexadresse der zugehörigen Zungen festgehalten und zur Anzeige gebracht werden. Mit der Einzeltaktschaltung, d. h. einer manuellen Ansteuerung wird bei gleichzeitiger Anzeige der gewählten Adresse der Zunge die rasche Kontrolle kritischer Teilfrequenzen ermöglicht.

- Leerseite -

FIG. 1

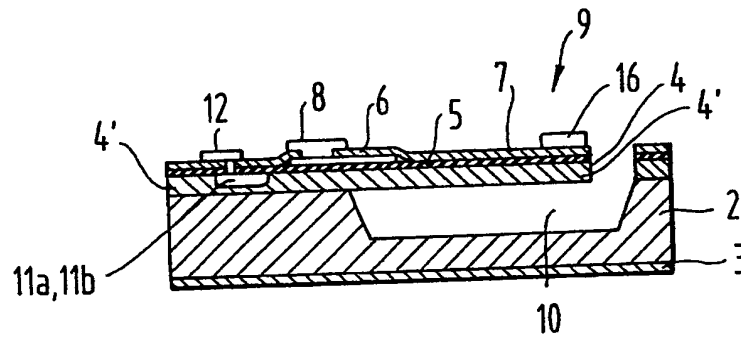
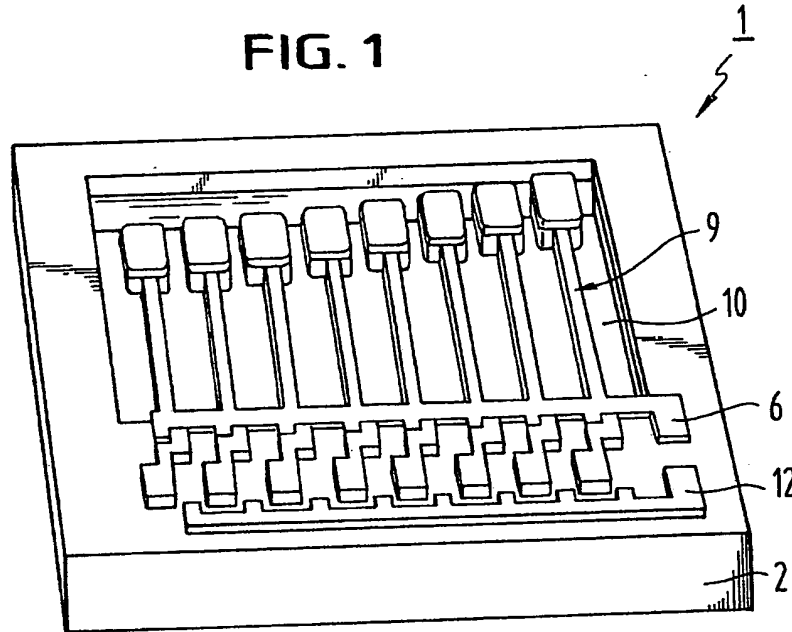


FIG. 2

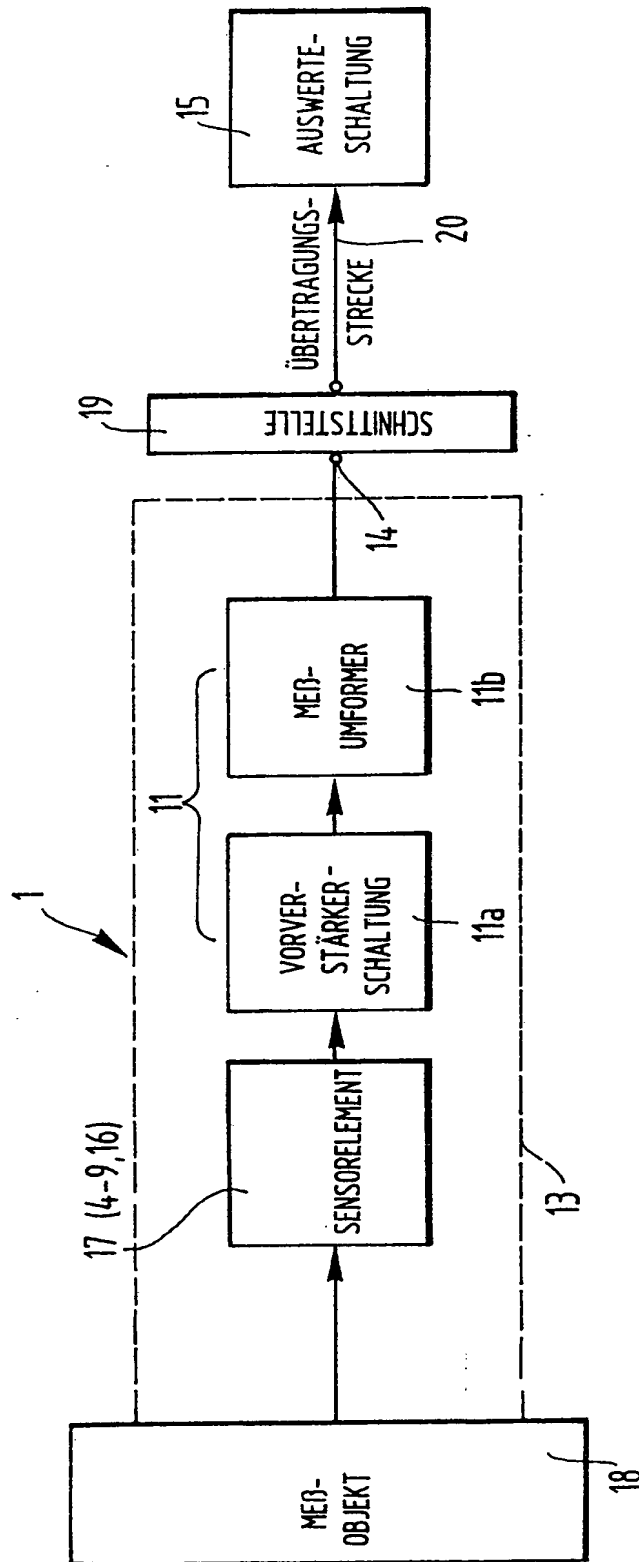


FIG. 3

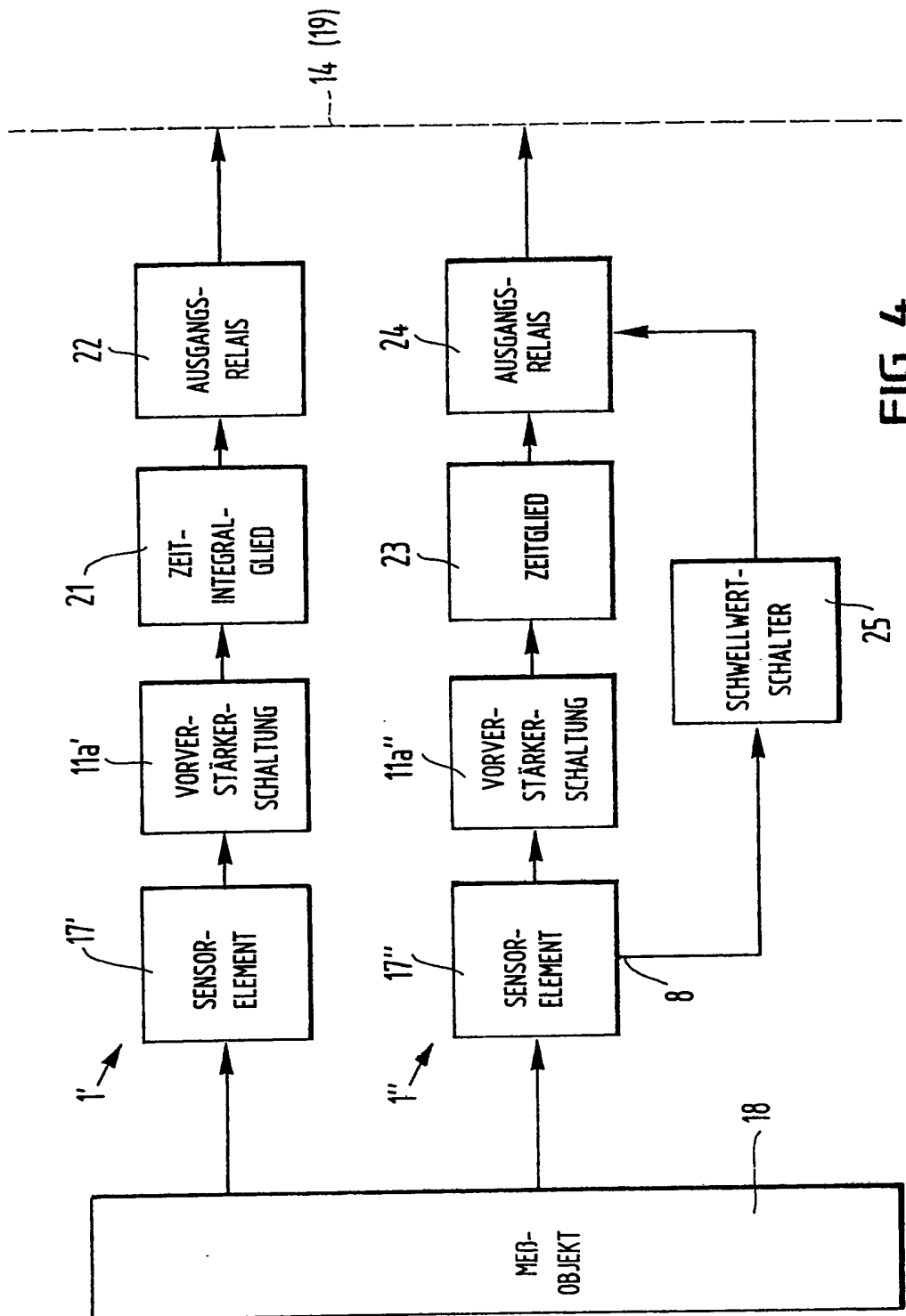


FIG. 4

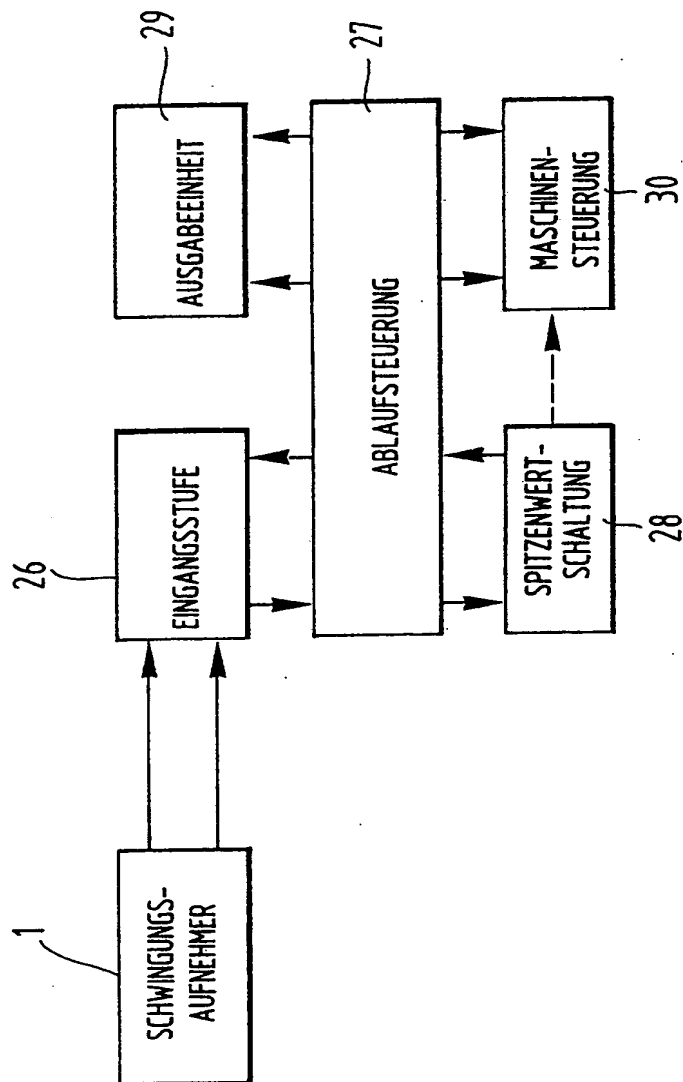


FIG. 5

